

# Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen

Autor(en): **Blattner, H. / Strickler, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **103/104 (1934)**

Heft 5

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83152>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen. — Verwaltungsgebäude der J. R. Geigy A.-G., Chemische Fabrik in Basel. — Neue Wärmeträger für höchste Temperaturen. — Zur Rohrbruch-Katastrophe am Schwarz-See. — Mitteilungen: Dampfturbinen für den Antrieb von Transmissionswellen. Tanzende Hochspannungsleiter. Stahlgliederbänder als Dauerförderer. Die

Mohammed Aly Moschee in Kairo. Herrnhuter Friedhof. — Wettbewerbe: Schweizer. Lebensversicherungs- und Renten-Anstalt. — Nekrologe: Herbert Serpek. — Literatur: „Vocational Guidance in Engineering Lines“. Monumente istorice ale Jude-tului Bihor. Eingegangene Werke. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

## Band 103

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verbandsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Nr. 5

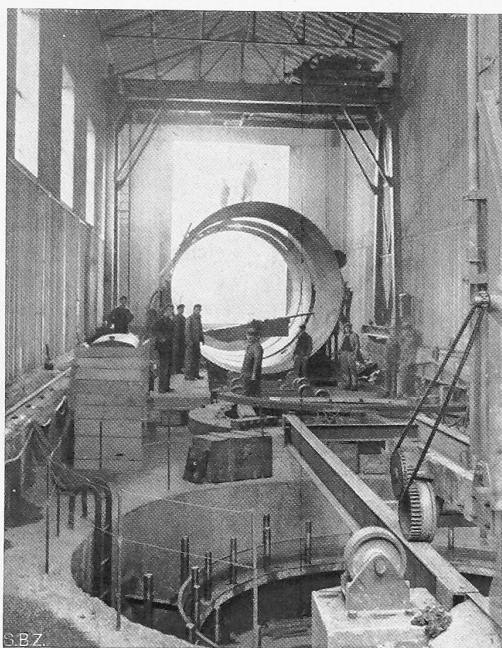
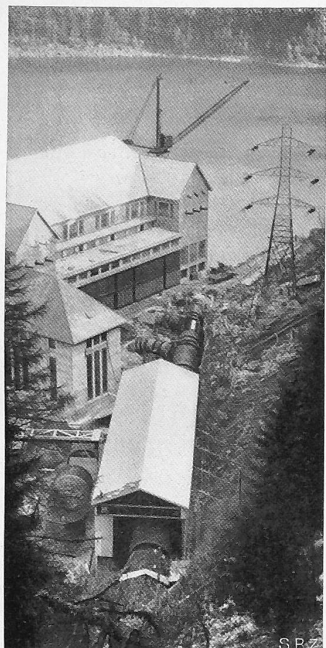


Abb. 23 und 24. Provisorische Rohr-Montagehalle zwischen Stollenende und Verteilung.

## Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen (Forts. von S. 45.)

Von Obering. H. BLATTNER und Ing. H. STRICKLER, Zürich.

Der Druckschacht von 60° Neigung und 4,60 m Durchmesser ist mit Blech gepanzert, er verbindet den oberen Druckstollen auf Kote 1022,07 mit dem untern, ebenfalls mit Blech verkleideten Horizontalstollen auf Kote 955,80, der nach dem Schwarzsee noch ein Gefälle von 2% aufweist. Diese, gegenüber einer offen verlegten und in mehrere Stränge unterteilten Druckleitung ausführungstechnisch schwierigere Lösung, die aber als Vorteil kleinere Druckverluste ergibt, musste auch aus Gründen des Heimatschutzes gewählt werden, da gerade das Gebiet des Schwarz- und des Weiss-Sees zu den schönsten und deshalb beliebtesten Ausflugszielen der Vogesenwanderer gehört. Die Wahl der Neigung von 60° geschah im Interesse einer leichteren Förderung des Ausbruchmaterials von oben nach unten; doch zeigte sich in der Folge, dass man auch noch mit 45° eine befriedigende Förderung erzielt und dafür die Zugänglichkeit zu dieser Arbeitsstelle sehr erleichtert hätte. Für die Verkleidung des Druckschachtes wurde wieder auf die Panzerung gegriffen, da in Anwendung der Elastizitätstheorien auf das durchfahrene Gebirge, im hocharmierten Beton, ja sogar in den Randpartien des Felsens, Risse hinter der Verkleidung theoretisch nicht zu vermeiden wären. Auch hätte die tadellose Ausführung der armierten Betonverkleidung im Schrägschacht, besonders in Anwesenheit von Bergwasser, die grössten Schwierigkeiten bereitet. Im Interesse einer möglichst schlanken und damit von starken Krümmungsverlusten freien Linienführung, sind für den oberen wie für den untern Gefällswechsel des Druck-Schachtes Radien von 20 m verwendet worden. In den Krümmern ist auch ein erweitertes, mit Abtreppungen versehenes Felsprofil ausgesprengt worden, um die dort auftretenden Schubkräfte besser auf den Fels übertragen zu können. In den geraden Strecken beträgt die theoretische Stärke der Betonummantelung der Rohrleitung

30 cm, wobei am Stollenausgang auf etwa 45 m Länge infolge des schlechten Zustandes des Felsens im First vorerst ein Schutzgewölbe von ebenfalls 30 cm Stärke eingezogen werden musste, da man diese gefährliche Strecke nicht während Monaten, d. h. bis zur Montage der Rohrleitung ohne Schutz stehen lassen konnte (Abb. 22, rechts).

Die Blechverkleidung, sowie die offene Druckrohrleitung ist für den maximalen, statisch möglichen Wasserdruk bei einem Weissseestand auf Kote 1060, plus einem Zuschlag von 25% für Druckstösse berechnet. Die Blechstärken, die diesen Druck voll aufnehmen müssen, sind entsprechend der jeweiligen Druckhöhe abgestuft, wobei aber das Gebirge als mitarbeitend angenommen ist und seine Mitwirkung in der Variation des Sicherheitsgrades bezüglich Bruchgefahr, entsprechend den Druckhöhen und Gebirgsüberlagerungen, Berücksichtigung gefunden hat. Für die Blechverkleidung des Druckschachtes und ihrer Verbindungsstücke zwischen Wasserschloss und oberem Druckstollen, sowie für den untern,

horizontalen Stollen bis auf 90 m vom Stollenausgang, ist, da auch hier Mitwirkung des umgebenden Gebirges vorausgesetzt ist, eine Beanspruchung der Bleche bis auf 90% der Elastizitätsgrenze des Materials zugelassen. Die Blechstärken, Stahlblech von üblicher Dampfkesselqualität, nehmen dort von 17 mm Wandstärke bis auf 10 mm ab, wobei in obigen Zahlen ein rechnermässiger Zuschlag von 2 mm für das Abrosten inbegriffen ist. Ausserdem war der Vorschrift Genüge zu leisten, dass die Blechstärke nirgends unter 10 mm sinken darf. Für den Teil des untern Horizontalstollens vom Stollenausgang bis auf 90 m bergwärts, nimmt die zulässige Beanspruchung linear zu und zwar wurde am Stollenausgang mit vierfacher Sicherheit gegen Bruchgefahr in der Längsnaht des Bleches gerechnet, während ab 90 m vom Stolleneingang im Berginneren, wie schon bemerkt, das Blech bis auf 90% der Elastizitätsgrenze arbeitet.

Für das mit Beton verkleidete Teilstück der Freileitung bis zum untern Ende der Verteilung ist der Berechnung der Blechstärke ebenfalls eine vierfache Sicherheit gegen Bruchgefahr in der Längsnaht der Bleche zu Grunde gelegt, während für die Rohrabzweigungen von 2,20 m Durchmesser nach den vier Maschinengruppen eine Beanspruchung von maximal 8 kg/mm<sup>2</sup> vorgeschrieben wurde. Für die Hosenrohre aus Stahlguss ist mit sieben- bis zehnfacher Sicherheit gerechnet worden.

Da die Zufahrtstrassen ab Bahnhof Logelbach durch zum Teil sehr eng gebaute Ortschaften führen und erhebliche Steigungen aufweisen, konnten die grossen Rohre von 4,60 m Durchmesser nicht fertig transportiert werden; der Antransport auf Camions erfolgte deshalb in Schalenhälften von 2,75 m Länge. Auf der Baustelle sind dann je vier solcher Schalenhälften in einer besondern Montagehalle vor dem Stollenausgang (Abb. 23) elektrisch zu Rohrschüssen von 5,50 m Länge zusammengeschweisst worden; es enthält somit jeder Rohrschuss zwei Längsschweissnähte und eine Querschweissnaht. In der Halle wurde in einem Versuchsschacht (Abb. 24) jedes fertige Rohrstück auf

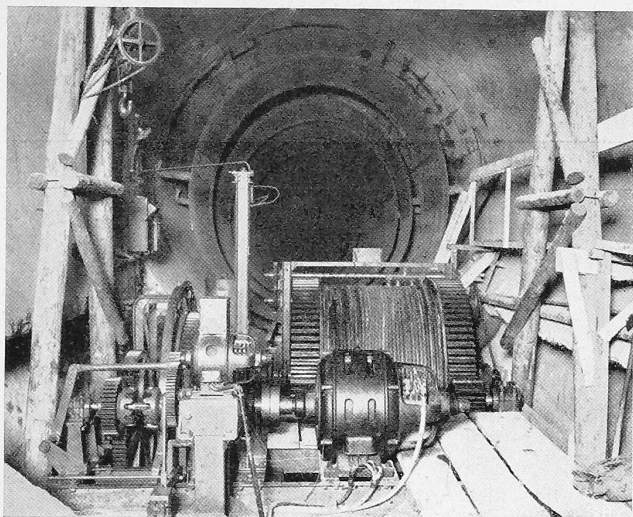


Abb. 26. Windwerk zum Aufziehen der Rohrschüsse in den Druckstollen, wo sie provisorisch gelagert wurden (im Hintergrund des Bildes).

den 1,6-fachen Betriebsdruck abgepresst, dann mit dem Werkkran wieder aus der Grube gehoben und auf einem besonderen Montagewagen in den zu verkleidenden Stollen transportiert. Um eine Verformung der Rohre auf dem Transport zu vermeiden, wurden sie durch sternartige, unten mit Spannschrauben versehene Lehren ausgesteift (Abb. 25). Die Rohre des Druckschachtes sind sofort nach ihrer Fabrikation mit Hilfe einer im obern Druckstollen, etwa 100 m nördlich des Wasserschlosses montierten, schweren, mechanischen Winde durch den Schacht heraufgezogen und im obern Stollen magaziniert worden (Abb. 26), um später, ausgehend vom Stollenende des untern, horizontalen Rohrstollens, sowohl die definitive Montage in horizontaler Richtung nach dem untern Stollenausgang als auch in schräg aufsteigender Richtung nach dem Wasserschloss vornehmen zu können (Abb. 27). Der Transport und die definitive Montage der Rohrschüsse erfolgte auf einer zu diesem Zweck genau versetzten und in den Umkleidungsbeton der Stollenrohre eingelassenen Schienenbahn, bestehend aus zwei I-Profilen, die unter sich durch L-Querverbindungen abgesteift waren (in Abb. 25 unten sichtbar).

Bei den Rohrschuss-Längen von 5,5 m war besonders im Druckschacht eine einwandfreie Hinterfüllung des Hohlraums zwischen Blechverkleidung und Fels noch gut zu erzielen, da der plastisch eingebrachte Beton noch mit Stangen bearbeitet und alle Hohlräume gefüllt werden konnten und die Betonierung der Montage je eines Rohrstückes unmittelbar nachfolgte. In der horizontalen Stollenpartie wurde dieses Vorgehen ebenfalls angewandt, da man sich für die satte Hinterfüllung selbst beim Transport des Beton mittels Druckluft ein Verbessern der Füllungsgrade durch Nachhelfen mit Stangen sichern wollte. Hier wurde zudem die Rohrwandung noch mit Holzhämmern in Vibration versetzt, um ein sattes Anliegen des Beton an die Blechverkleidung zu erzielen.

Die Hinterbetonierung erfolgte wieder mittels Joney-Schleuse, die am Stolleneingang montiert war. Jedes Rohrstück wurde hinter dem Rohrrand durch eine Zementsteinmauer gegen den Fels abgedichtet und der Beton von der First aus plastisch eingebracht. Diese Abschlussmauerchen sind in der Folge möglichst hoch hinaufgeführt worden, um die unregelmässigen, schrägen Arbeitsfugen, die beim Betonieren des Schlusstückes jedes Rohrabschnittes durch das Stehenlassen des Beton in natürlicher Böschung entstehen, zu verkürzen.

Ein schon bei der Fabrikation der Bleche berücksichtigtes System von Injektionslöchern in der Blechhaut, die je nach Lage der oben beschriebenen Arbeitsfugen, als

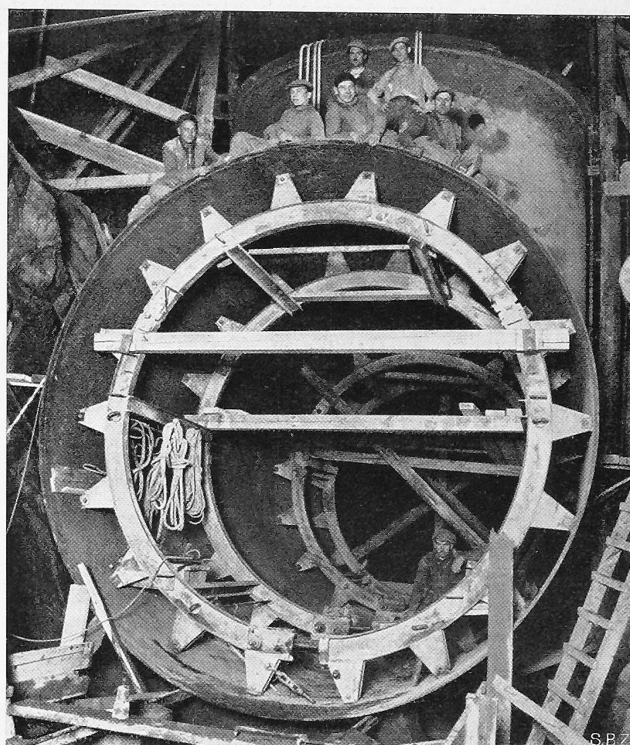


Abb. 25. Aussteifung der 4,60 m weiten Rohrschüsse zwecks Transport, Montage und Hinterbetonierung (oben im Bild die Wasserschloss-Düse).

auch der Arbeitsfugen in der Sohle durch an Ort und Stelle gebohrte Löcher in jenen Fugen ergänzt wurden, sicherten die Möglichkeit, das satte Anliegen des Beton, sowohl am Fels, als an der Blechhaut durch Zementinjektionen zu verbessern.

Bot im obern Druckstollen der minimale Wasserandrang bezüglich der Lösung der Frage einer Drainage keine besonderen Schwierigkeiten und konnte man dort schliesslich auf das Verlegen einer definitiven Sohlendrainage, die im Betrieb immer ihre besonderen Schwierigkeiten besitzt, verzichten, so lagen die Verhältnisse für die Beantwortung der Frage, ob für den Druckschacht und den untern horizontalen Rohrstollen eine solche Drainage vorzusehen sei oder nicht, wesentlich komplizierter. Für das Verlegen einer Drainage sprachen hauptsächlich folgende Argumente:

In der untern Druckstollenpartie stiess man naturgemäss beim Ausgang auf etwas schlechtere, zum Teil wasserführende Felspartien. Sodann ist es doch nicht ausgeschlossen, dass im oberen Druckstollen im Betrieb vielleicht doch Wasseraustritte durch feine Haarrisse möglich wären, die trotz den verschiedenen Dichtungsmassnahmen, wie Inertolanstrich, Sika-Verputz und Injektionen, sowie der eingebauten Dichtungswände, Wasser (und zwar Berg- und Betriebswasser) nach dem Druckschacht und dem untern Horizontalstollen vordringen lassen könnten. Weil im Horizontalstollen das absolut satte Anbetonieren praktisch kaum erreichbar ist, könnte später solches Sickerwasser sich auf die Blechwände als Aussendruck geltend machen und damit entstände die Gefahr des Eindrückens dieser Wände, die nicht für einen starken Aussendruck bemessen sind. Theoretisch wäre hier ein eigentlicher Rohr-Stollen die beste Lösung gewesen, wobei das Rohr frei und der Besichtigung zugänglich, verlegt wird und das dementsprechend den gesamten Betriebsdruck hätte aufnehmen müssen; diese Lösung verbot sich aber als zu teuer. Gegen die übliche Drainage sprach die Ueberlegung, dass sie immer der Gefahr des späteren Verstopfens ausgesetzt ist, wie man das aus Erfahrungen an österreichischen und italienischen Bauwerken kennt, wobei dann ein



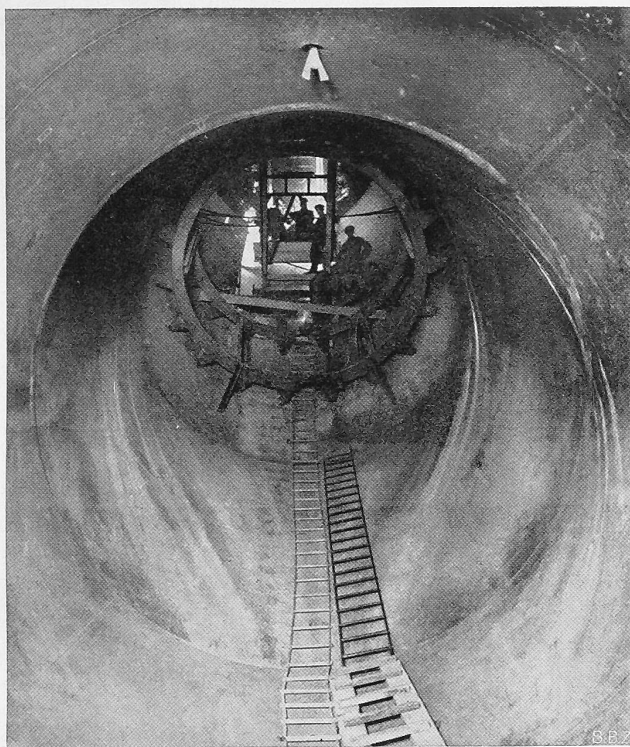


Abb. 27. Anfügen eines Rohrschusses (von oben her) an die bereits montierte Druckschacht-Auskleidung (im Vordergrund).

Einbauchen der Blechwand trotz der Drainage nicht ausgeschlossen ist. Auch ist das Offenhalten der Drainage anlässlich der Durchführung der Zementinjektionen hinter der Blechverkleidung äusserst schwierig. Diesen Bedenken hat man hier dadurch Rechnung getragen, dass im untern Scheitelpunkt der Druckleitung ein Halbrundrohr von 20 cm  $\varnothing$  auf die Sohle aufgeschweisst wurde; nach Beendigung sämtlicher Zementinjektionen ist dann dieses Halbrundrohr in Abständen von 5,50 m angebohrt und diese Löcher bis auf den Fels hinunter getrieben worden, um allfälliges Wasser, das auf diesem tiefsten Punkt sich sammelt, den Eintritt in die eiserne Halbbröhrdrainage, deren Löcher nach der Hauptleitung nachträglich durch verstellte Verschlusszapfen wieder geschlossen wurden, zu ermöglichen. Diese Drainage (in Abb. 22 nicht eingezeichnet) mündet im Freien in eine der Zementdrainage-Leitungen, die in einem Sickerschacht endet.

Zur Revision, speziell des Druckschachtes, ist ein besonderer Revisionswagen konstruiert worden. Diesen kann man mit Hilfe einer auf ihm montierten Seiltrommel an einem Kabel, das auf Höhe der Wasserschlossaxe an einem auf der Blechhaut aufgeschweissten Hacken verankert wird, von Hand selbst hinaufwinden. Dieser Wagen und die Zubehörteile können zur Revision des obren Druckstollens durch das Wasserschloss auch in den Druckstollen hinunter gelassen werden. Zur Revision der unteren Druckleitung, inklusive Druckschacht,

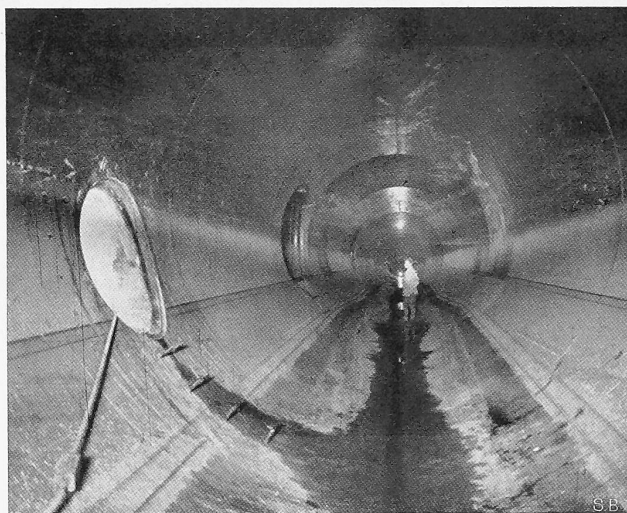


Abb. 28. Blick (Richtung Schwarzsee) in die Verteilung, links vorn der Mannlochstützen von 1,17 m  $\varnothing$ .

werden sie durch ein Mannloch von 1,17 m  $\varnothing$ , kurz vor der Abzweigung IV, eingebracht (vergl. Abb. 22 und 28).

Anschließend an den unteren Stollen folgt auf eine Länge von etwa 70 m die von einem Betonmantel umgebene Druckfreileitung (Abb. 22); das Druckrohr ist durch einen doppelten, inertolähnlichen Anstrich vor dem Rosten geschützt. Sein Beton-Schutzmantel weist alle rd. 16 m eine Querdilatations- und im oberen Scheitelpunkt eine durchgehende Längsdilatationsfuge auf. Stollenpanzerung und Druckleitung sind, wie schon erwähnt, eine Lieferung der Société Alsacienne de Construction Mécanique in Mülhausen, die sich die technische Mitarbeit der Escher Wyss A.-G. in Zürich gesichert haben; die EWAG hat auch das Zusammenschweissen und die Montage der Rohre auf der Baustelle durchgeführt. (Forts. folgt.)

[Anmerkung der Redaktion. Um irrigen Meinungen vorzubeugen, sei, im Hinblick auf die obenstehenden nähern Angaben über die Bemessung und Ausführung der Rohrleitungen, nochmals betont, dass die vorliegende Baubeschreibung bereits im Herbst 1933 verfasst und uns eingereicht worden ist, somit unbeeinflusst von dem Rohrbruch, der sich am 4. Januar d. J., ausgehend von dem in untenstehender Abb. 22 eingezeichneten und in Abb. 28 links sichtbaren Mannloch, kurz vor der Turbinenabzweigung IV, ereignet hat. Angesicht dieser Bilder geben wir auf Seite 59 noch einige nähere Auskünfte über dieses fatale Ereignis.]

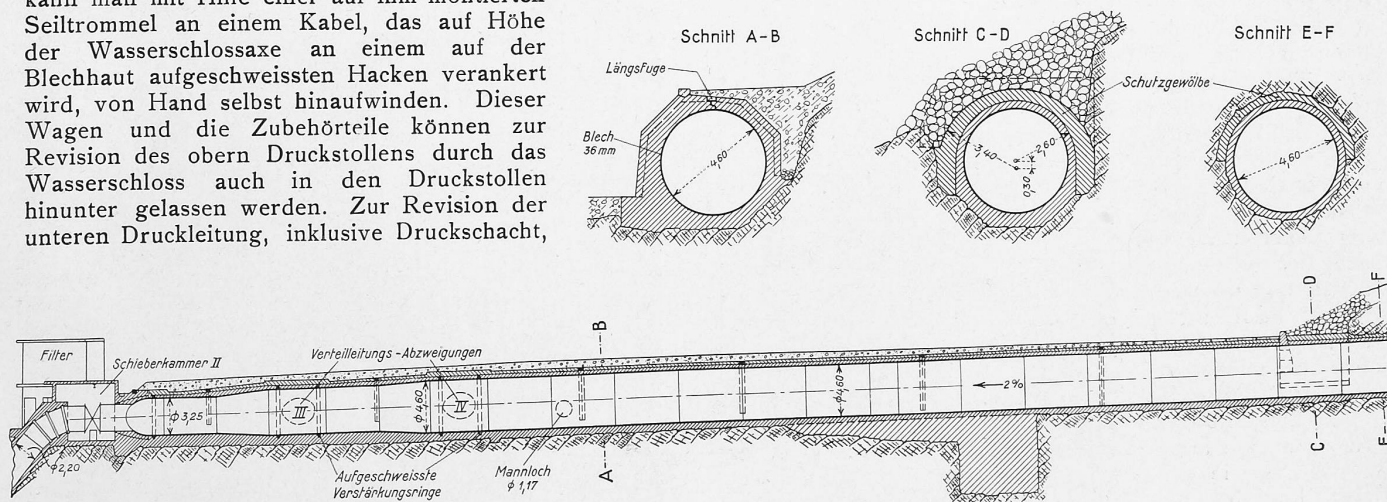


Abb. 22. Unteres Ende der Druckleitung mit Betonverkleidung, links Verteilung. Längsschnitt 1:600, Querschnitte 1:300.

Das unter der Leitung (rechts) schraffierte Viereck ist der nachträglich zubetonierte Versuchsschacht der über der Rohraxe errichteten Montagehalle (Abb. 24).